


Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 18(2)

 <http://dx.medra.org/10.17398/1695-288X.18.2.203>
Revista Latinoamericana
de Tecnología Educativa

Recibido: 15 julio 2019
Revisión: 21 noviembre 2019
Aceptado: 4 diciembre 2019

Dirección autora:

Facultad de Ingeniería. Universidad
Autónoma de Chiapas. Blvd.
Belisario Domínguez, Km. 108,
Terán, 29050 - Tuxtla Gutiérrez,
Chiapas (México).

E-mail / ORCID

Patricia.astudillo@unach.mx <https://orcid.org/0000-0002-9013-6467>**ARTÍCULO / ARTICLE**

Aplicación de la Realidad Aumentada en las prácticas educativas universitarias

Application of Augmented Reality in University Educational Practices

Martha Patricia Astudillo Torres

Resumen: En este artículo se analizan las prácticas pedagógicas realizadas por estudiantes universitarios al desarrollar una aplicación con tecnología de Realidad Aumentada para concientizar sobre problemas ambientales que acontecen en la región sureste de México, específicamente en el Estado de Chiapas. La investigación se fundamenta epistemológicamente en los supuestos del paradigma del Constructivismo Sociocultural y se contextualiza en una institución de educación superior pública mexicana. Para proceder ante la realidad que circunscribe el estudio, se diseña un modelo metodológico guiado por los principios de la Investigación- Acción, mediante la observación participante, la entrevista, el grupo focal y el análisis de contenido, como técnicas de recopilación de información; igualmente, a través de la triangulación de estas fuentes de recogida de datos se realiza el tratamiento analítico de la información. Los principales hallazgos y conclusiones señalan que la integración de tecnologías emergentes – como la Realidad Aumentada– al proceso de enseñanza y aprendizaje facilita, favorece y motiva el aprendizaje de los estudiantes, además les permite el desarrollo de una serie de competencias digitales relacionadas con la gestión de la información, la capacidad para elaborar textos académicos, la capacidad para desarrollar argumentación verbal, la capacidad para analizar y sintetizar información digital, el trabajo colaborativo en la modalidad virtual, el aprendizaje autónomo y la comunicación.

Palabras clave: Realidad Aumentada, TIC, Proceso Educativo, Educación Superior, Prácticas Pedagógicas, Competencias Digitales.

Abstract: This article we analyze the pedagogical practices carried out by students when developing an application with Augmented Reality technology to raise awareness about environmental problems that occur in the southeast region of Mexico, specifically in the State of Chiapas. The research is based epistemologically on the assumptions of the Sociocultural Constructivism paradigm and is contextualized in a Mexican public higher education institution. To proceed with the reality that circumscribes the study, a methodological model guided by the principles of Research- Action is designed, through participant observation, interview, focus group and content analysis, as information gathering techniques. Likewise, through the triangulation of these data collection sources, the analytical treatment of the information is carried out. The main findings point out that the integration of emerging technologies - such as Augmented Reality - to the educational process favors and motivates students' learning and simultaneously allows them to develop a series of digital competencies related to information management, ability to produce academic texts, the capacity for verbal argumentation, the ability to analyze and synthesize digital information, virtual collaborative work, autonomous learning and communication.

Keywords: Augmented Reality, ICT, Educational Process, Pedagogical Practices, Higher Education, Digital Skills.

1. Introducción

La realidad aumentada (RA) aplicada a la educación es una tecnología que ha ido desarrollándose gradualmente en las aulas a partir del auge que ha provocado el uso de los dispositivos móviles (tabletas y teléfonos celulares inteligentes) y el acceso a Internet desde casi cualquier lugar; así, la realidad aumentada ha incrementado su presencia en las prácticas pedagógicas de todos los niveles educativos para facilitar la comprensión y ejemplificación de los contenidos curriculares establecidos en los planes de estudio.

En muchos de estos contenidos, los estudiantes necesitan imaginar objetos en diferentes orientaciones y situaciones, manipular modelos tridimensionales, trasladar mentalmente dibujos bidimensionales a tridimensionales (De la Torre, Martín, Saorín, Carbonell & Contero, 2015), interactuar con estas representaciones, entre otras, y es aquí donde la RA tiene una cabida significativa en beneficio del aprendizaje. En ese sentido, Cabero y Barroso (2018) señalan que la Realidad Aumentada cada vez más tiene incidencia en la docencia, en conjunto con la tecnología móvil, y se configuran como uno de los binomios más eficaces para soportar procesos de aprendizaje ubicuo y significativo; sin perder de vista, que el estudiante debe estar convencido y motivado de incluir dicho binomio en su proceso formativo.

Por ello, este trabajo tiene por objetivo analizar el proceso de enseñanza y aprendizaje llevado a cabo por estudiantes universitarios del área de computación mediante el desarrollo de una aplicación de realidad aumentada que permite concientizar acerca de problemas ambientales que acontecen en el Estado de Chiapas, México. La fundamentación teórica del estudio se basa en los presupuestos del paradigma psicológico educativo del Constructivismo Sociocultural, el cual se centra en el estudio de las prácticas educativas apoyadas por orientadores e instrumentos culturales, ya sean psicológicos o físicos, como se plantea en esta investigación, desde un contexto sociocultural determinado.

La metodología utilizada para proceder ante la realidad que circunscribe el estudio es la Investigación-Acción, empleando como técnicas de recopilación de información la observación participante, la entrevista, los grupos focales y el análisis de contenido. De igual manera, el análisis e interpretación de los datos se efectúa a través de la triangulación de las fuentes de información; dicha triangulación alude a diferentes perspectivas o puntos de vista con el fin de obtener una variedad de información que haga posible su contraste (Boggino y Rosekrans, 2004).

1.1. Marco teórico

La aparición de las tecnologías gráficas avanzadas está influyendo la manera en que los usuarios pueden manipular la realidad, ofreciendo la posibilidad de sustituir los modelos físicos o corpóreos por modelos virtuales con los que se puede interactuar de forma intuitiva (De la Torre, Martín, Saorín, Carbonell & Contero, 2015). Esto ha sido aprovechado en la educación con la implementación de la tecnología de realidad aumentada para desarrollar algunos de los ejes temáticos plasmados en el currículo.

De acuerdo con Cabero, Fernández y Marín (2017) la realidad aumentada es una tecnología subyacente que se incluye de forma frecuente en los procesos educativos a través de los dispositivos móviles, por lo que se convierte en un facilitador del desarrollo del aprendizaje significativo. Asimismo, la RA se está convirtiendo en una tecnología que proporciona grandes posibilidades de uso en el campo de la educación (Bacca, Baldiris, Fabregat, Graf & Kinshuk, 2014; Tecnológico de Monterrey, 2015;

Johnson, Adams, Cummins, Estrada, Freeman & Hall, 2016; Cabero & Barroso, 2016; Cabero & García, 2016) debido a la facilidad de acceso a la información que brinda mediante los dispositivos móviles, recursos que poseen una alta presencia en los estudiantes universitarios en el contexto iberoamericano (Sevillano & Vázquez, 2015).

El término realidad aumentada comprende la ampliación artificial de la percepción de la realidad, por medio de información virtual la cual es generada y representada a través de los equipos de cómputo y dispositivos móviles. Para Maquilón, Mirete y Áviles (2017) la realidad aumentada puede abordar todos los sentidos humanos de la percepción; sin embargo, la variación de RA más extendida comúnmente es la representación de información virtual visual añadida al entorno real. Por su parte, De Pedro (2011) manifiesta que la realidad aumentada es una tecnología que hace posible complementar la percepción e interacción con el mundo real, brindando al usuario un escenario real aumentado con información adicional generada por los equipos y dispositivos de cómputo; así, la realidad física se combina con elementos virtuales disponiéndose de una realidad mixta en tiempo real. Esto se logra a partir de la captura o el escaneo de imágenes u objetos reales mediante la cámara de estos dispositivos móviles.

Desde otro posicionamiento, Grifantini (2009) señala que la RA es un sistema interactivo que tiene como entrada la información del mundo físico y superpone a dicha realidad nueva información digital en tiempo real presentada mediante imágenes, objetos 3D, textos, videos, entre otros, permitiendo que la percepción y el conocimiento que posee el usuario sobre el mundo real se vea enriquecido. De este modo, la RA compensa algunas limitantes en las prácticas académicas como es el hecho de la realización de experimentos que no pueden ser desarrollados debido a los altos costos de equipamiento o a la relación entre el número de equipos disponibles y los alumnos matriculados; igualmente, la disponibilidad de las instalaciones educativas puede ser una limitante para llevar a cabo las prácticas escolares. En cambio, la RA hace posible simular experimentos complejos y peligrosos que no son efectuados porque pueden ocasionar lesiones en el caso de que ocurra algún fallo. Así, se interactúa con modelos virtuales en tiempo real y se presencian los resultados obtenidos sobrepuestos a la realidad (Ying Li, 2010).

Para efectos de este trabajo, se define la realidad aumentada como una tecnología emergente en el campo educativo, que permite al estudiantado la modelación, interacción, presentación y ejemplificación a través de la superposición de objetos físicos del mundo real con objetos virtuales que coexisten en el mismo contexto, generando así una realidad amplificada. De esta forma, la inclusión de la RA supera la limitación de tiempo y espacio en los entornos de aprendizaje y la extiende de forma cualitativamente significativa al ofrecer información situada y contextualizada, desde el lugar y el momento que el consumidor la precise (Estebanell, Ferrés, Cornellà y Codina, 2012).

1.2. La tecnología de Realidad Aumentada en las prácticas educativas

De acuerdo con los estudios consultados, uno de los primeros trabajos que implicaron el desarrollo e implementación de la Realidad Aumentada en la educación hace referencia a la investigación de Basogain, Olabe, Espinosa, Rouéche y Olabe (2007) quienes señalan que la RA es una tecnología que se ha integrado de manera paulatina en el campo educativo y detallan iniciativas de aplicación en diversos contextos académicos como es el caso del proyecto Magic Book de Nueva Zelanda, el cual plantea valiosas razones para su inclusión en la educación como el constituirse en soporte de una fluida interacción entre el entorno real y el virtual, el uso de la metáfora

de la interfaz tangible para la manipulación de objetos y la habilidad para hacer suavemente la transición entre realidad y virtualidad (Billinghurst, 2002). Aquí, es de subrayar que uno de los campos más productivos de la RA es la de los videojuegos, específicamente los considerados en la clasificación de juegos educativos como «Environmental Detectives», «Mystery», «The Museum», «EnredaMadrid» y «Libregeosocial».

Por otra parte, en España, los libros didácticos de realidad aumentada han cobrado auge y muchos de ellos han sido desarrollados por la empresa Aumentary, que además proporciona el software «Realitat3» que contiene una gran variedad de objetos de realidad aumentada de utilidad para la docencia. En este sentido, Diego (2014) lleva a cabo una experiencia con alumnos de educación primaria para generar un libro de RA, junto con una aplicación de geolocalización utilizando «Layar Creator». Así también, Sánchez (2011) implementa la generación por parte de los estudiantes de sus propios cuadernillos de modelos de RA en el sistema de dibujo axonométrico para aprovechar la utilidad en el buen manejo de las capacidades espaciales provista por la tecnología de realidad aumentada, mediante los programas informáticos «BuildAR» y «3DSMax». Particularmente en la educación superior se han desarrollado herramientas para la enseñanza de conceptos de ingeniería mecánica como la «App Web3D and Augmented Reality to support Engineering Education» y aplicaciones para la enseñanza de las matemáticas y la geometría mediante la plataforma «Studierstube».

En este sentido, Cubillo, Martín, Castro y Colmenar (2014) exponen un entorno de aprendizaje que ha sido elaborado de forma autónoma, basado en realidad aumentada, que facilita los contenidos curriculares, ejemplificando conceptos que resultan ser abstractos o confusos para los estudiantes a través de la representación e interacción de objetos virtuales en un espacio tridimensional. Igualmente, este programa de cómputo hace posible añadir de forma sencilla nuevos recursos virtuales que pueden ser reutilizados en los ámbitos educativos. De esta forma, se atiende la problemática sobre el limitado desarrollo de herramientas de RA específicas para la educación puesto que la mayor parte de ellas está centrada en temas generales, lo que las hace poco versátiles para su aplicación en los distintos contextos educativos.

De igual manera, Maquilón, Mirete y Áviles (2017) plantean una propuesta de experiencia práctica de enseñanza y aprendizaje basada en RA denominada «RA4 Educa», como recurso didáctico innovador, de la que se desprende que la interiorización de esta experiencia mediática por medio de la visualización de objetos virtuales superpuestos con objetos reales para abordar contenidos curriculares se constituye en un potencial eficiente para mejorar el proceso de aprendizaje y se establece como una metodología de aprendizaje activa para su comprensión, basada en el uso de producciones mediáticas clave de la era digital. Las competencias que se intentan desarrollar en el alumnado con la implementación de esta aplicación son la competencia digital, la conciencia y la expresión cultural y las relacionadas con el contenido curricular que se está aprendiendo.

Asimismo, Sáez, Sevillano y Pascual (2019) manifiestan que existen mejoras estadísticamente significativas en la motivación hacia el aprendizaje, el rendimiento académico de la materia y en la competencia digital de los estudiantes a través de la integración educativa de los enfoques de juego ubicuo con realidad aumentada; concluyendo que las actividades dinámicas manejadas en la intervención académica, que hacen uso de realidad aumentada y localización, aportan beneficios en los procesos de enseñanza aprendizaje, y propician una innovación y mejora educativa con el uso de la tecnología educativa.

En congruencia con lo expuesto, Flores, Domínguez y Rodríguez (2010) señalan que la realidad aumentada es un recurso didáctico que propone una dinámica activa enfocada en el alumnado para su aprendizaje significativo. Además, se plantea el hecho de que la RA posibilita contenidos didácticos que son inviables de otro modo aportando interactividad, gamificación, experimentación y colaboración (González, 2013). No obstante, se pone de manifiesto que el conocimiento y la aplicabilidad de este tipo de tecnología en la docencia ha sido mínima debido a la propia naturaleza y estado de desarrollo de la tecnología de realidad aumentada, así como a su escasa presencia en los ámbitos cotidianos de la sociedad (Basogain, Olabe, Espinosa, Rouéche & Olabe, 2007). Además, se reconoce el enorme potencial de las herramientas que incluyen la tecnología de RA en el proceso de enseñanza y aprendizaje; sin embargo, existe una incertidumbre en la etapa de implementación en el aula, lo que representa un desafío, principalmente, para los docentes (Reinoso, 2012).

Por su parte, los investigadores Gallego, Muñoz, Arribas y Rubia (2016) analizan las repercusiones de la ubicuidad, mediante los dispositivos móviles y aplicaciones de realidad aumentada en el proceso de enseñanza y aprendizaje en el grado de educación primaria en educación física, en el que se encuentra que el aprendizaje ubicuo ha favorecido para que los estudiantes y profesores interactúen durante el proceso educativo desde distintos espacios y momentos, integrando los ámbitos formales e informales de la educación y aportando beneficios a los distintos elementos que conforman el currículum oficial.

Igualmente, De la Torre, Martín-Dorta, Saorín, Carbonell y Contero (2013) estudian la adopción de alternativas digitales y modelos físicos a través de la tecnología de realidad aumentada y tabletas multitáctiles para ofrecer un entorno de aprendizaje ubicuo que estimule la comprensión del espacio tridimensional en dos cursos lectivos de distintos ámbitos educativos; los principales hallazgos señalan que las tecnologías implementadas se consideran alternativas válidas para la sustitución de los modelos físicos por entornos digitales que permiten comprender el espacio y las relaciones 2D y 3D. De este modo, los investigadores tratan de aportar una metodología de trabajo que pueda ser útil en aquellas asignaturas que requieran la manipulación e interacción con modelos tridimensionales. Hasta aquí se han presentado las aplicaciones de RA en educación desde diversos ámbitos; a continuación, toca el turno de explicar los presupuestos teóricos que fundamentan el objeto de estudio.

1.3. Fundamentación epistemológica de la tecnología de la realidad aumentada en las prácticas educativas

La base epistemológica de la integración de la tecnología de Realidad Aumentada a las prácticas educativas universitarias se realiza desde los supuestos del Constructivismo Sociocultural de Lev Vigotsky. Dicho paradigma parte de un esquema teórico que relaciona distintas cuestiones como el aprendizaje, el desarrollo psicológico, la educación y la cultura. Se interesa en cómo hacer uso de principios y normas psicológicas en el campo pedagógico debido al interés teórico y académico de buscar la comprensión y la mejora de las situaciones y prácticas educativas (Hernández, 2001), lo que pretende esta investigación.

De acuerdo con este autor, en el planteamiento Vigotskyano intervienen dos formas de mediación social: la intervención del contexto sociocultural en un sentido amplio – los otros, las prácticas socioculturalmente organizadas– y los artefactos socioculturales que usa el sujeto cuando conoce al objeto. Así, es el medio sociocultural el que desempeña un papel esencial y determinante en el desarrollo del psiquismo del

sujeto, el cual no recibe pasivamente su influencia, sino que activamente la reconstruye. De esta manera, se entiende la actividad del sujeto como una práctica social mediada por artefactos y por condiciones históricoculturales.

Son estos artefactos que en la actualidad representan los equipos de cómputo y dispositivos móviles, en los que se ejecutan diversos programas informáticos que se enlazan a través de las telecomunicaciones, que en conjunto hacen posible la elaboración de nuevos programas o aplicaciones de RA para la comprensión y ejemplificación de temas particulares establecidos y desarrollados en el nivel educativo superior. Aunado a estos artefactos físicos y psicológicos que se desprenden de las premisas del paradigma sociocultural, se considera la aseveración de Bruner (1998, p. 230):

«De entender los procesos educativos en general como foros culturales; es decir, como espacios en los que los enseñantes y los aprendices negocian, discuten, comparten y contribuyen a reconstruir los códigos y contenidos curriculares en su sentido más amplio: los saberes en los que se incluyen no sólo conocimientos de tipo conceptual, sino también habilidades, valores, actitudes, normas, etc. Dichos saberes, entiéndase, no son simplemente transmitidos por unos y reproducidos por otros, sino que en torno se crean interpretaciones y asimilaciones de significados, gracias a la participación conjunta de ambos participantes.»

Por lo expuesto, este paradigma ha sustentado estudios que se centran en las situaciones de aprendizaje y en el agente de aprendizaje (Wertsch, Tulviste & Hagstrom, 1993). Mientras que los enfoques tradicionales identifican e integran el agente de aprendizaje con el individuo, el enfoque sociocultural ofrece una perspectiva alternativa. En la teoría de Vigotsky se considera que el agente se extiende más allá del individuo; dicha extensión se da de dos maneras: el agente suele ser más una propiedad de las diádas y de otros grupos pequeños que de los individuos, y los instrumentos culturales simbólicos que median en la acción humana se encuentran conectados intrínsecamente con los contextos históricos, culturales e institucionales, extendiendo el agente humano más allá de un individuo dado (Kozulin, 2000). Así, se han identificado varias formas de aprendizaje compartido, en colaboración y recíproco y se ha demostrado que la evaluación y la enseñanza tiene mejores resultados cuando los estudiantes participan en actividades de aprendizaje asistido (Brown & Ferrara, 1985). Por su parte, Olson (1994) y Egan (1997) señalan que los supuestos de este paradigma acerca del papel desempeñado por los mediadores simbólicos en el desarrollo de la cognición humana han servido como precedente en nuevas teorías sobre la alfabetización y el aprendizaje, aplicándose cada vez más en el proceso educativo (Moll, 1990; Dixon-Krauss, 1996).

En congruencia con lo expuesto, los presupuestos del paradigma también señalan que el Constructivismo se adopta como una base para el desarrollo de entornos altamente interactivos y participativos, como es el caso de la integración tecnológica a las prácticas educativas, donde el usuario es capaz de modificar, probar ideas e involucrarse activamente el proceso formativo (Roussou, 2004). Es así, desde esta perspectiva teórica como se analizan los elementos que forman parte del objeto de estudio de esta investigación.

2. Metodología

El diseño metodológico conformado para proceder ante la realidad de interés de este estudio se basa en los supuestos de la Investigación-Acción, mediante la observación participante, la entrevista en profundidad, el grupo focal y el análisis de

contenidos, como técnicas de recopilación de información; de igual manera, el tratamiento analítico de la información se realiza mediante la triangulación de las cuatro técnicas empleadas para la recolección de la misma.

El análisis e interpretación de la información se trata de dos tareas diferentes pero inseparables de un proceso que se mueve en dos direcciones. A través del análisis, se estudian aspectos, fenómenos, hechos y elementos integrantes que atañen problema que se investiga. Por medio de la interpretación, se da un significado a los datos, al tiempo que se los integra, y se los interpreta como parte de la realidad (Ander-Egg, 2003). Considerando estas premisas se elabora el diseño metodológico que se presenta en la Figura 1.



Figura 1. Diseño metodológico basado en los supuestos de Investigación-Acción. Fuente: Elaboración propia.

2.1. Población, participantes de la investigación y aplicación de técnicas

La población corresponde a las universidades públicas ubicadas en el Estado de Chiapas (México). Para la selección de los participantes del estudio se consideran las premisas del muestreo basado en criterios que especifica que la muestra es elegida de acuerdo con una serie de criterios a conveniencia, es decir, criterios que son indispensables y beneficiosos para los objetivos que persigue la investigación; además, la selección de los participantes se lleva a cabo tomando en cuenta los supuestos de la metodología Investigación-acción la cual especifica que el docente investigador ingresa al campo, ya sea en una institución o una comunidad, para realizar investigación junto con y no sobre los participantes.

De este modo, se han efectuado este tipo de investigaciones las cuales son realizadas por los propios docentes o profesionales dentro de sus instituciones educativas, salones de clase, universidades o agencias sociales (Elliott, 1993; Latorre,

2003; López Gorriz, 1993; Martínez, 2,000; Olson, 1991; Pérez Gómez, 1990) con la finalidad de generar conocimientos desde las acciones o intervenciones en dichos espacios académicos. Por consiguiente, se trabaja con tres grupos de estudiantes de sexto semestre, en los cuales la investigadora imparte docencia, de los ciclos lectivos 2018-2019, pertenecientes a la Licenciatura en Sistemas Computacionales que cursan la asignatura de Proyectos Ambientales II, en la Universidad Autónoma de Chiapas (México). La Tabla 1 detalla la distribución y el número de participantes, además de la aplicación de las técnicas de recolección de información.

Tabla 1. Participantes y técnicas de recopilación de información implementadas. Fuente: Elaboración propia.

Participantes	Técnica de recopilación de información	Aplicación
Grupo 1 (20 estudiantes)	Grupo focal	3 sesiones grupales, a 3 subgrupos comprendidos por un máximo de 7 estudiantes
	Entrevista	10 entrevistas llevadas a cabo con 10 estudiantes
	Observación participante	16 sesiones de observación a clases durante el ciclo lectivo agosto-diciembre de 2018
Grupo 2 (17 estudiantes)	Grupo focal	3 sesiones grupales, a 2 subgrupos comprendidos por un máximo de 9 estudiantes
	Entrevista	8 entrevistas llevadas a cabo con 8 estudiantes
	Observación participante	16 sesiones de observación a clases durante el ciclo lectivo enero-julio de 2019
Grupo 3 (31 estudiantes)	Grupo focal	3 sesiones grupales, a 4 subgrupos comprendidos por un máximo de 8 estudiantes
	Entrevista	10 entrevistas llevadas a cabo con 10 estudiantes
Total: 68 estudiantes	Observación participante	16 sesiones de observación a clases durante el ciclo lectivo enero-julio de 2019.

La aplicación de las técnicas se llevó a cabo mediante las guías elaboradas para su correcta implementación, de tal suerte que se realizaron tres instrumentos: guía para desarrollar la observación participante, guía para efectuar la entrevista en profundidad y guía para llevar a cabo el grupo focal. Los ejes temáticos de dichos instrumentos corresponden con la relación entre el desarrollo de la aplicación y el aprendizaje de los contenidos curriculares de la asignatura, la selección de los softwares o programas de cómputos utilizados, la experiencia del estudiantado al integrar los conocimientos técnicos para aportar soluciones al medio ambiente, las competencias generadas a través de la realización del proyecto y las opiniones respecto a la valoración de la inclusión de tecnologías emergentes en el aprendizaje.

Por otro lado, la elaboración de las aplicaciones por parte de los estudiantes se lleva a cabo en función al documento denominado «Guía para desarrollar una campaña ambiental con Realidad Aumentada», el cual especifica detalladamente los requerimientos técnicos y de contenido que debe contener el software a realizar y los apartados del documento académico que sustenta la elaboración de la aplicación.

2.2. Tratamiento analítico de la información

Para llevar a cabo el análisis en una investigación de esta naturaleza, hay que distinguir las partes constitutivas, reconociendo propiedades y cualidades que les son inherentes. Esta labor de análisis es más bien un juicio y una evaluación de la situación, que fragmenta la realidad estudiada para un mejor conocimiento de cada parte y de los problemas puntuales. Una vez realizada esta tarea de examen crítico de cada una de las partes, lo que permite el conocimiento de los diferentes aspectos del problema, hace falta complementar ese trabajo con una labor de síntesis que integra las partes del todo. Si en el análisis se examinan los hechos aislados, en la interpretación hay que considerar el conjunto de hechos que atañen al problema que se examina (Ander-Egg, 2003).

De esta manera, se considera el tratamiento analítico de la información, realizando una triangulación entre las cuatro técnicas de recopilación de información para, en primer término, establecer las primeras categorías y propiedades y, en segundo término, contextualizar detalladamente esta información que permite la emergencia de otras categorías y el fortalecimiento de aquellas ya emergidas, las cuales hacen posible el surgimiento de la teoría que explique el objeto de estudio, tal como se expone en el próximo apartado.

3. Resultados

Producto del análisis de la información se genera evidencia empírica para explicar las prácticas educativas efectuadas por estudiantes universitarios a partir del desarrollo e implementación de una aplicación con tecnología de realidad aumentada que tiene por objetivo concientizar sobre los principales problemas ambientales que se presentan en el Estado de Chiapas, México. Así, se manifiesta que el estudiantado considera favorable en su proceso de aprendizaje la inclusión de tecnologías emergentes, como es el caso de la RA, y además, le permite generar una serie de competencias, tanto generales como específicas, que deben desarrollar en su área de formación, al conjuntar los contenidos curriculares acerca del medio ambiente y los contenidos disciplinarios específicos del área de computación mediante la elaboración de aplicaciones con tecnologías contemporáneas.

De igual manera, el desarrollo de la aplicación con RA ha sido un motivante para los estudiantes.

«Es una tecnología reciente, con la que nunca antes habíamos trabajado, esto nos permitió aprender a utilizar otros softwares como 'Unity', con el que creamos la aplicación, además de trabajar con programas que ya conocemos para editar videos e imágenes.» (Estudiante 7, comunicación personal mediante grupo focal, 20 de mayo de 2019).

Congruente con lo expuesto, el estudiantado manifiesta que:

«Pudimos conjuntar la experiencia de realizar una investigación de campo y aprender a programar en otros softwares que no conocíamos como 'Unity' y 'Vuforia'. Al elaborar la aplicación aprendimos sobre los animales que se encuentran en peligro de extinción en el Estado, de ahí que

consideramos que la aplicación debía concientizar sobre cada una de estas especies; es necesario que los usuarios se den cuenta de la importancia de su crecimiento y desarrollo en su hábitat natural.» (Estudiante 11, comunicación personal mediante entrevista, 01 de mayo de 2019).

«Aprender la tecnología de RA es fácil, al principio pensamos que era algo complicado, pero después de realizar la investigación sobre el software que íbamos a utilizar y consultar tutoriales de cómo utilizarlo, nos dio más confianza y empezamos a desarrollar nuestro programa.» (Estudiante 15, comunicación personal mediante grupo focal, 21 de mayo de 2019).

Producto de la aplicación de las técnicas de recopilación y análisis de información, se presenta en la tabla 2, un concentrado de las aplicaciones elaboradas por los estudiantes universitarios.

Tabla 2. Aplicaciones desarrolladas dentro de la asignatura Proyectos Ambientales II en la LSC. Fuente: Elaboración propia.

Objetivo	Software utilizado
Crear una aplicación móvil con RA para concientizar sobre el uso de botellas de plástico de un solo uso. La aplicación permite mostrar, mediante la activación de una etiqueta, propuestas para el reciclaje de las botellas.	HP Reveal Photoshop
Concientizar a la población acerca de la contaminación del aire que se suscita en el Estado de Chiapas, México, proporcionando información de los índices de contaminación y medidas de protección y reversión a través de múltiples formatos (imágenes, videos y texto).	Unity Vuforia Android Studios Photoshop
Elaborar una aplicación con RA para fomentar la educación ambiental, enfocada en el problema de los residuos y desechos orgánicos e inorgánicos en zonas urbanas. La aplicación identifica y clasifica los residuos generados, aportando información acerca de los daños que origina al medio ambiente, el tiempo en que se degrada un desecho, además de proporcionar consejo la reutilización de residuos.	Unity Vuforia Photoshop
Sensibilizar mediante una aplicación con RA acerca de la gestión de residuos sólidos, la cual permite dar a conocer las consecuencias que provoca al medio ambiente el desecho de un determinado empaque, como pueden ser las bolsas metálicas y las botellas de plástico.	Unity Photoshop
Diseñar e implementar una aplicación con tecnología RA que permita al usuario conocer cómo impacta el cambio climático en las distintas especies animales de la región.	Unity Vuforia
Implementar estrategias de educación ambiental mediante una aplicación móvil que integra información virtual dentro de una escena real, con la finalidad de que la sociedad se concientice acerca de la conservación de la fauna de la región sur de México; en particular, el Estado de Chiapas.	Unity 3D Animate cc2018
Diseñar una aplicación con RA que enseñe, mediante imágenes y videos, como reciclar los empaques de snacks o aperitivos.	HP Reveal Videos de Youtube Photoshop

Asimismo, con base en la triangulación de fuentes y el tratamiento analítico de la información, en el próximo apartado, se detalla el establecimiento de una serie de competencias que permiten explicar las prácticas educativas analizadas durante los dos ciclos lectivos referidos, a partir del desarrollo de las aplicaciones expuestas.

3.1. Competencias digitales desarrolladas por el estudiantado a través de la integración de la tecnología de RA en el proceso educativo

Las competencias abordadas desde una perspectiva sociocultural representan una forma de saber personal y compleja que desarrolla el individuo cuando en un contexto determinado maneja de forma simultánea su saber, su saber hacer y el conocimiento del ambiente en el que se desenvuelve; en dicho ambiente intervienen las relaciones interpersonales, los valores, las emociones, e intenta aproximarse a una escala de resolución prefijada por los docentes en un nivel educativo concreto (Rué, 2007).

Particularmente en la Educación Superior, las competencias son definidas como una combinación de capacidades, conocimientos, actitudes y conductas orientadas a la realización correcta de una tarea en un contexto definido o bien como una manera de actuar en la que las personas utilizan su potencial para resolver problemas en una situación específica. Implica, además, la movilización de recursos y la planificación de acciones tras completar un proceso de aprendizaje para alcanzar, tanto el desarrollo personal, como un desempeño profesional satisfactorio, una inclusión social y una ciudadanía activa (Castaño, Maiz, Palacio & Villarroel, 2008; Sanz de Acedo, 2010).

Las competencias genéricas o transversales deseables en la educación superior son aquellas que hacen referencia al aprendizaje estratégico que promueva el aprender a encontrar y seleccionar información, aprender a leer y escribir textos académicos, aprender con imágenes e información gráfica, aprender a pensar y argumentar, aprender a fijarse metas y aprender a cooperar (Pozo & Pérez, 2009). Dentro de esta clasificación se encuentran las competencias digitales que están encaminadas a obtener, evaluar, almacenar, producir, presentar e intercambiar información; comunicarse y participar en redes de colaboración, utilizar de manera responsable y crítica la información disponible en Internet y expresarse libremente en estos medios (Castaño, Maiz, Palacio & Villarroel, 2008; López & Matesanz, 2009).

Para efectos de esta investigación se considera a las competencias digitales como el conjunto de conocimientos, habilidades, valores y destrezas que permiten la gestión, el análisis crítico y el empleo de la información de forma ética en un contexto sociocultural determinado. En este sentido se establecieron las competencias digitales desarrolladas por el estudiantado en su proceso formativo, a partir de la elaboración de una aplicación con tecnología de RA, las cuales corresponden con la comunicación, la gestión de la información, la capacidad para elaborar textos académicos, la capacidad de argumentación verbal, la capacidad de análisis y síntesis de información digital, el trabajo colaborativo virtual y el aprendizaje autónomo. La tabla 2 detalla las competencias digitales mencionadas.

En función de la categorización expuesta, se evidencian las bondades y potencialidades de la incorporación de tecnologías emergentes, como es el caso de la RA al hecho educativo, las cuales no se limitan a la motivación que despierta en los estudiantes provocada por el reto de aprender nuevos programas informáticos o software para desarrollar aplicaciones móviles con esta tecnología, sino que incluye la generación de las competencias digitales expuestas que surgen a partir de este mismo proceso.

Tabla 3. Competencias digitales desarrolladas por el estudiantado al elaborar una aplicación con RA. Fuente: Elaboración propia a partir de Sanz de Acedo (2010) y Yáñez y Villardón (2006).

Categoría genérica	Competencia digital	Descripción
Tecnológicas: se relacionan con la búsqueda y el manejo de información a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, con la generación y aplicación del conocimiento.	Comunicación	Se generan por las múltiples interacciones de forma inmediata que hacen posibles las herramientas de la Web semántica como chats, correo electrónico, foros virtuales y redes sociales. Este tipo de interacciones han modificado la forma de comunicación entre los participantes del hecho educativo, facilitando el proceso de enseñanza y aprendizaje.
	Gestión de la información	Son aquellas que se desarrollan a partir de la búsqueda y selección de información académica y científica en fuentes fidedignas como bibliotecas, repositorios y bases de datos virtuales. En el caso de las universidades públicas mexicanas, el Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica, que tiene como objetivo fortalecer las capacidades de las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación para que el conocimiento científico y tecnológico universal sea del dominio de los estudiantes, académicos, investigadores y otros usuarios, ampliando, consolidando y facilitando el acceso a la información científica en formatos digitales, ha sido un gran aliado. De igual manera, estas competencias comprenden la localización de información en fuentes apropiadas que permitan la construcción de saberes mediante el acceso a la información en múltiples formatos (texto, imágenes y video).
	Capacidad para elaborar textos académicos	Se generan a través de la gestión de información educativa que permite conocer la estructura de los textos científicos tales como tesis, artículos de investigación, artículos de reflexión teórica, ensayos, informes técnicos, entre otros, llevados a cabo por autores de cualquier región geográfica; esto a su vez hace posible el desarrollo por parte

Categoría genérica	Competencia digital	Descripción
		del estudiantado de los distintos apartados que comprenden documentos de esta naturaleza.
	Capacidad de argumentación verbal	Estas competencias se derivan de las tres expuestas anteriormente, en la que se genera un avance en la expresión verbal del estudiantado que ayuda a la construcción de su argumentación en un tema determinado.
Cognitivas: se relacionan con el sistema intelectual del ser humano.	Capacidad de análisis y síntesis de información digital	Mediante el acceso y apropiación de diversas herramientas tecnológicas que le permita al estudiantado registrar sistematizadamente su capacidad de abstracción sobre las informaciones relacionadas con las temáticas que comprenden los programas educativos universitarios propios de su área de formación.
Socioafectivas: las que se relacionan con la convivencia con otras personas.	Trabajo colaborativo virtual	Se desarrollan con base en las nuevas formas de comunicación, que han establecido las Tecnologías de la Información y la Comunicación, las cuales pueden ser sincrónicas y asincrónicas y permiten compartir, elaborar y almacenar cualquier tipo de trabajo en formato digital mediante la tecnología de la nube o cloud computing.
Metacognitivas: se relacionan con la conciencia de los propios procesos cognitivos.	Aprendizaje autónomo	A través de la incorporación de las herramientas tecnológicas y la tecnología educativa al proceso formativo se genera el aprendizaje autónomo mediante la integración, principalmente, de los tutoriales o videos que explican de manera detallada una variedad de temas educativos, que son publicados en la red social You Tube. Inclusive, existen canales educativos, de todos los niveles, que tienen como finalidad la compartición de dichas explicaciones en beneficio del aprendizaje del estudiantado. En el caso de este trabajo, los tutoriales se convirtieron en la herramienta tecnológica que más facilitó la elaboración de la aplicación con RA.

4. Conclusiones

El vertiginoso desarrollo e inclusión de los dispositivos móviles a la vida cotidiana, profesional y académica de la sociedad ha hecho posible el surgimiento de una diversidad de aplicaciones informáticas, que se ejecutan sobre esta plataforma móvil, las cuales pueden ser potenciadoras del proceso de enseñanza y aprendizaje al incluirlas en el desarrollo de los contenidos disciplinarios en la educación superior, tal como se ha expuesto en este documento.

La Realidad Aumentada es una tecnología emergente que ha servido para facilitar el proceso educativo, motivar a los estudiantes en su aprendizaje y generar una serie de competencias digitales a partir del diseño y desarrollo de una aplicación móvil con RA. En consecuencia, es importante que los educadores aprovechen las bondades y posibilidades que brinda esta tecnología en el aula, considerando, también, la ventaja de que son herramientas tecnológicas de acceso libre, es decir, se trata de tecnologías que pueden ser utilizadas por los usuarios de manera gratuita. Por otra parte, es importante señalar las limitantes que se pueden presentar en la configuración de estrategias de enseñanza y aprendizaje mediadas por estas tecnologías; una de ellas, es la falta de capacitación docente en tecnologías móviles y ubicuas, lo cual no permite aprovechar de manera significativa dichas herramientas tecnológicas en la formación de los universitarios.

En nuestro rol de facilitadores de la educación, es imperante conocer e integrar tecnologías de vanguardia que propicien otras maneras de construcción del conocimiento en el estudiantado y le permita, igualmente, el desarrollo de competencias generales y específicas requeridas en su campo disciplinario. De este modo, el trabajo expuesto es un aporte para aquellos educadores que tienen el interés de explorar, con base en evidencias empíricas, el beneficio que conlleva para los agentes de la educación la incorporación de la tecnología de Realidad Aumentada en el proceso educativo. No obstante, se sugiere el desarrollo de estudios similares en otras áreas de formación profesional, que no se encuentren relacionadas con el campo de la computación, para analizar las implicaciones y aplicaciones que tienen las tecnologías de vanguardia en más campos disciplinarios.

5. Referencias

- Ander-Egg, E. (2003). *Repensando la Interpretación-Acción participativa*. México: Grupo editorial Lumen Hvmanitas.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., y Kinshuk, G. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology and Society*, 17(4), 133-149.
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., y Olabe, J. C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. *Online Educa Madria*, 7, 24-29.
- Billinghurst, M. (2002). Augmented Reality in education. New horizons for learning. Recuperado de http://www.it.civil.aau.dk/it/education/reports/ar_edu.pdf
- Boggino, N. y Rosekrans, K. (2004). *Investigación-Acción: reflexión crítica sobre la práctica educativa*. Rosario: Homo Sapiens.
- Brown, A. y Ferrara, R. (1985). Diagnosing zones of proximal development, en J. Wertsch (comps.), *Culture, communication and cognition*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Bruner, J. (1998). *Realidad mental y mundos posibles*. Barcelona: Gedisa.
- Cabero Almenara, J. y Barroso Osuna, J.M. (2018). Los escenarios tecnológicos en Realidad Aumentada (RA): posibilidades

- educativas en estudios universitarios. *Aula abierta*, 47 (3), 327-336.
- Cabero, J., Fernández, B., y Marín, V. (2017). Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20 (2), 167-185.
- Cabero, J., y Barroso, J. (2016). The educational possibilities of Augmented Reality. *NAER. New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50. doi:10.7821/naer.2016.1.140.
- Cabero, J., y García, F. (Coords.) (2016). *Realidad aumentada. Tecnología para la formación*. Madrid: Síntesis.
- Castaño, C., Maiz, I., Palacio, G. & Villarroel, J.D. (2008). *Prácticas educativas en entornos web 2.0*. Madrid: Síntesis.
- Cubillo, J., Martín, S., Castro, M. A., y Colmenar, A. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 17(2), 241-274.
- De la Torre Cantero, J., Martín-Dorta, N., Saorín Pérez, J. L., Carbonell Carrera, C., y Contero González, M. (2015). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *Revista De Educación a Distancia*, (37). Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/red/article/view/234041>
- De Pedro, J. (2011). Realidad Aumentada: un nuevo paradigma en la educación superior. En E. Campo, M. García, E. Meziat & L. Bengochea (eds.). *Educación y sociedad*. (pp. 300-307). Chile: Universidad La Serena.
- Diego, R. (2014). Realidad aumentada en documentos e imágenes. *Revista Aula de innovación educativa*, 230, 65-66
- Dixon-Krauss, L. (1996). *Vygotsky in the classroom*. London: Longman.
- Egan, K. (1997). *The educated mind*. Chicago: Chicago University Press.
- Elliott, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madrid: Morata.
- Estebanell, M., Ferrés, J., Cornellà, P. y Codina, D. (2012). Realidad aumentada y códigos QR en educación. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino & A. Vázquez (Coords). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. (pp. 277-320). Barcelona: Editorial espiral.
- Flores, J., Domínguez, C. y Rodríguez, J. (Edición no. 10, julio de 2010). La realidad aumentada como herramienta para mejorar los procesos educativos en la USMP. *Boletín electrónico de la Unidad de Virtualización Académica (UVA)*.
- Gallego, V., Muñoz, J., Arribas, H. y Rubia, B. (2016). Aprendizaje ubicuo: un proceso formativo en educación física en el medio natural. *RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(1), 59-73.
- González, O. (2013). Educación Aumentada. Centro de Conocimiento de Tecnologías Aplicadas a la Educación (CITA), 19. ISSN 2173-1373
- Grifantini, K. (2009). Faster Maintenance with Augmented Reality. *Technology Review*, MIT.
- Hernández, G. (2001). *Paradigmas en psicología de la educación*. Ecuador: Paidós.
- Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., y Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Recuperado de http://blog.educalab.es/intef/wp-content/uploads/sites/4/2016/03/Resumen_Horizon_Universidad_2016_INTEF_mayo_2016.pdf
- Kozulin, A. (2000). *Instrumentos psicológicos. La educación desde una perspectiva sociocultural*. Barcelona: Paidós.
- Latorre, A. (2003). *La investigación-acción: conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona : Graó.
- López Gorriz, I. (1993). La investigación acción como metodología de teorización y formación del profesor desde su práctica. *Revista de Investigación Educativa*, 71-92.
- López, C. & Matesanz, M. (Eds.) (2009). *Las plataformas de aprendizaje. Del mito a la realidad*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Maquilón Sánchez, J.J., Mirete Ruiz, A.B. y Avilés Olmos, M. (2017). La Realidad Aumentada (RA). Recursos y propuestas para la innovación educativa. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20 (2), 183-203.
- Martínez M. M. (2000). La investigación acción en el aula. *Agenda académica*, 7(1), pp. 27-39.

- Moll, L. (1990). *Vigotsky and education*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Olson, D. (1994). *World on paper*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Olson, M. W. (1991). *La investigación-acción entra al aula*. Argentina: AIQUE
- Pérez Gómez, A. (1990). "El profesor como profesional autónomo que investiga reflexionando su propia práctica", en J. Elliot, *La investigación-acción en educación*, Morata, Madrid, pp. 161-172.
- Pozo, J. I. & Pérez, M. (Coords.) (2009) *Psicología del aprendizaje universitario: La formación en competencias*. Morata: Madrid.
- Reinoso, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino & A. Vázquez (Coords). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. (pp.357-400). Barcelona: Editorial espiral.
- Roussou, M. (2004). Learning by Doing and Learning Through Play: An Exploration of Interactivity in Virtual Environments for Children. *Computers in Entertainment (CIE) - Theoretical and Practical Computer Applications in Entertainment*, 2 (1),1-23. doi: 10.1145/973801.973818
- Rué, J. (2007). *Enseñar en la Universidad. El EEES como reto para la Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Sáez, J.M., Sevillano, M. L., y Pascual, M. A. (2019). Aplicación del juego ubicuo con realidad aumentada en Educación Primaria. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, (61), 71-82.
- Sánchez, A. (2011). *Realidad Aumentada. Una experiencia real*. [Archivo de vídeo]. I congreso virtual sobre educación y TIC 2011 «La escuela del futuro». Video-presentación. Recuperado de <http://www.youtube.com/watch?v=XojvqauJyNg&feature=youtu.be>
- Sanz de Acedo, M.L. (2010). *Competencias cognitivas en educación superior*. Madrid: Narcea.
- Sevillano, M. L., y Vázquez, E. (2015). *Modelos de investigación en contextos ubicuos y móviles en educación superior*. Madrid: McGraw-Hill/Uned.
- Tecnológico de Monterrey (2015). Reporte EduTrends. Radar de Innovación Educativa 2015. Monterrey: Tecnológico de Monterrey.
- Wertsch, J., Tulviste, P. y Hagstrom, F. (1993). A sociocultural approach to agency, en A. Forman, N. Minick y C. Addison Stone (comps.), *Contexts for learning* (págs. 336-356). Nueva York: Oxford University Press.
- Yániz, C. y Villardón, L. (2006). Planificar desde competencias para promover el aprendizaje: el reto de la sociedad del conocimiento. *Cuadernos monográficos del ICE*, núm. 12. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Ying, L. (2010). Augmented Reality for remote education. *Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), 2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering*, 3 (3), (187-191).